

談天

中

戴  
菴

二奴5

1613

2





二 1613  
2

談天卷四 大率論 大率論其想不一 中心

英國侯失勒 原本 海甯 李善蘭 刪述

三 藏書

英國偉烈亞力口譯 大日本 福田泉 訓正

彗星

古人以彗星之行速率甚大而無法恆隱而忽見  
光或甚巨異于常星故恆目為災異人皆畏之雖  
智者不免焉今始知其行與繞日諸星同理未嘗  
無法然其狀及功用亦未能深悉又有難解者數  
事如尾其一也凡此俱俟後賢深攷之

彗之見于史者多至數百次意古時未有遠鏡所見者

談天

卷四

彗星

一



彗之大者耳近代遠鏡日精大率每年必見一二彗甚或二彗三彗並見于一時故知彗之數必多至數千有彗晝在地平上則不能見惟日食旣方見之漢宣帝元康四年日食見大彗在日旁事載賽乃加所著書又有數彗光最大正午亦能見載于史者明建文五年嘉靖十一年近道光二十三年諸彗皆是也而前古漢初元五年羅馬國主該撒亞古士督新嗣位大會臣民陳百戲賽祀鬼神彗忽晝見時前主該撒儒畧死未逾時國人皆謂彗即儒畧之神也至作詩歌咏其事凡彗之頭大率爲大光體其狀不一定中心一點最明

如一行星或如一恆星背日之面發長光二道近頭合爲一或不合漸遠頭漸濶漸散其本末畧似流星後之光或似火箭後之光是謂尾亞里斯多記周威烈王五十年之彗尾長六十度而近代萬歷四十六年之彗尾長一百零四度康熙十九年之彗尾長七十度或云九十九度乾隆三十四年之彗尾長九十七度道光二十三年之彗尾長六十五度五圖乃嘉慶二十四年之彗也此彗不甚大然不難目見之

彗非恆有尾有光甚明而尾短不顯者有體甚大而絕無尾者萬歷十三年乾隆二十八年二次所見彗是也

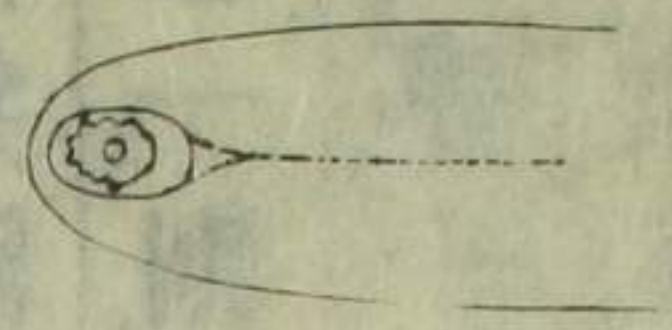


葛西尼言康熙三年二十一年二次之彗爲正圓形甚  
清皙若木星然彗或有數尾者乾隆九年之彗有六尾  
如摺扇狀長三十度道光三年見一小彗二尾其交角  
約一百六十度一尾背日光更明一尾幾向日稍淡凡  
彗之尾恆微曲向後若有力撓之  
凡小彗非遠鏡不能見者甚多或無尾望之若正圓或  
橢圓之星氣漸近中心漸厚疑無實體最小之恒星地  
面霧氣高數尺尙能掩之而隔彗望之甚明皙此彗非  
實體之証彗雖大不見有朔弦望之象然借日光而明  
無可疑者蓋彗乃薄氣積成能透日光故內外通明也

竊意彗體甚小而包體之氣甚大體與氣俱受日光而  
明則上三事俱非難解矣譬如日落時天半之霞通體  
光明以彗之薄比之此霞猶是實體也故以日視彗疑  
爲實體用遠鏡察之知非實體或中心有一點更明者  
意是實體耳此實體甚小其攝力不能收束所包之氣  
故氣漲甚大甚薄也假如地球之質積變小僅脹千分  
之一則攝外氣之力亦變小僅得千分之一其氣必漲  
大多一千倍或不止一千倍蓋氣距中心愈遠攝力愈  
小故也然氣雖大必仍包其中體此理僅能解彗氣之  
薄至其尾當別有理也



彗之頭其外體或似烟或似霧或似雲可以上條理解之尾之本包頭而與頭不相連望之若雲二層中有空處其狀如水漚其曲勢合拋物線頭在內近漚之頂如圖此可明尾分爲二之故人于地斜望其漚故愈近邊光愈深



彗之行一若無法有數日內連次見者有歷數月見者有行甚緩有行甚速亦有于本道之二處一甚緩一甚速者明成化八年之彗其最速時一日中過四十度有順有逆有曲折又諸彗之道徧天空皆有之不似諸行星道俱近黃道一帶也有初見光甚淡而小行甚緩尾

甚微既而漸速光漸明大尾出漸大甚長且甚明至近日而隱復見出對邊大率過卑點後光最大尾亦最長故疑彗之尾生于日光也又過卑點後其行先速後遲久之尾漸短光亦漸淡而小以至不見

若不知攝力之理則彗之行無法能解之奈端已攷明繞日諸體皆依圓錐諸曲線而行因悟彗星道亦必依此理康熙十九年之彗尾長且近日用以驗其理最便因測之果合其道爲橢圓而極長與拋物線幾無別日居其一心彗之行道所過面積與時有比例與行星無異此後人皆信之無復疑者



凡有彗星見大率三次測其赤道經緯度以推其橢圓道或拋物道之大小及方向即可定其諸根數曰最卑點之經度曰正交點之經度曰與黃道交角度曰半長徑曰兩心差曰過最卑之時及繞日順逆行大略皆與行星同諸根既定即可依法推其全道詳行而更測驗以致其合否攷驗之法此爲最嚴

拋物線爲圓錐上橢圓與雙曲線二線分界處之一線即長徑大至無窮之橢圓彗所行橢圓道大率極長故見時其所行道依拋物線推之不覺其不合然彗有再見者若其道爲拋物線則已過最卑後不能復回而或

入于恒星中或滅于天空安能再見耶今測得彗星行橢圓道者居多此等彗若不因行星攝動令道大變必永爲太陽之屬星間有行雙線道者不多也

彗星道之根數已知則無論何時距地球數及尾之實方向亦可知故其頭之實徑尾之實長實廣俱不難推今取已推得者錄數則于此以廣見聞康熙十九年之彗過最卑點後僅二日奈端測其尾已長一億七千萬里推其最長時必至三億六千萬里乾隆三十四年之彗其尾長一億四千萬里嘉慶十六年之彗其尾長三億一千萬里其頭在透光氣中了了可見與尾不連實



徑一百六十萬里其質漲大至此以意度之必不能復  
斂其中心質積微攝力甚小故也凡彗數次復見其尾  
漸小或亦因此也

康熙二十一年有彗見尾長三十度好里測其過最卑  
得諸根數與嘉靖十年萬曆三十五年二次之彗根數  
略同意必一彗也其再見約計七十五或七十六年因  
言乾隆二十四年必再見及期將至天學家俱欲驗其  
言或恐因大行星攝動必生差格來羅依奈端攝力之  
理推得因土星攝動當退後一百日因木星攝動當退  
後五百十八日并之得六百十八日乃依根數預推其

時內減此日數謂見時當在乾隆二十四年清明前後  
二月之中既而二月十四日彗星果見在清明前二十  
四日其後精歷算者復預推其再見過最卑之時大慕  
鎖推得道光十五年九月十四日邦的古浪推得九月  
十七日陸孫白推得九月二十一日立曼推得十月初  
七日而陸孫白立曼二家細攷康熙二十一年乾隆二  
十四年測薄又細推諸行星之攝動故人更信之六月  
三十日立曼以所推刊板傳送閏六月十一日羅馬天  
氣晴朗最先見之若淡星氣然與陸孫白所推是日當  
在之處不差一度二十六日人共見之所過之道略與



所推合九月二十六日過最卑後其行向南北半球不能見十六年正月至三月俱見于南半球至三月二十日而隱此彗因好里所測定即名好里彗云

好里彗道光間見時遠鏡較乾隆時力更大而繞地球皆測之故攷察最詳初見時距日甚遠僅若小圓星氣微擴無尾有一點較明不在中心八月十一日尾初發逐日漸大至十四日長四五度二十四日至二十度爲最長既而漸小至九月初八日僅長三度十五日二度半意未至最卑點其尾已隱過最卑點日俄羅斯之波羅咯有人測之不言有尾也當八月十一日尾初發時

其中體忽明向日之面發光一道未幾即隱既而復發至十七日其勢更猛既而時隱時發以至不見其光之狀及方向變化不定連一夜無時或同有時爲一道距中體不遠有時爲扇形有時或二道或三道或多道發于各方向如七圖伊爲八月十七日呂爲十八日波爲十九日仁爲二十一、四夜內中體發光之狀也向上即向日之面因頭太大不能作保圖亦十八夜之狀兼中體與頭作之乃縮本也此時見光道擺動于向日線之左右一若指南針擺動于午線之左右其光之本甚明距中體稍遠即暗散入空中而不見其形曲向後若烟或水氣



出小孔遇風不能當之狀天學家據此立彗星例若干條如左

一、凡彗之中體受日之熱必發氣其氣于彗體包力小處洩出條條直射意此氣洩時必有令彗倒退力而彗行之方向必因之微變

一、中體發氣必在向日之面故洩出之方向恆對日

一、氣洩出日有力推之令退至中體之後行甚遠而成尾之質

一、彗之質有不變氣者有變氣而包中體以成頭及鬚者

一、日推氣成尾之力與攝力異而較攝力更大何則此氣洩時有中體漲力又有彗之本行力而退後甚速故知推力甚大蓋推力能銷盡此二力尙有餘力推氣令急向後也

一、若彗之攝力不ナラ大于一切萬物之攝力尾必離彗而去竊意尾離彗中體如是之遠中體如是之小其攝力必不能攝定之然則彗每近日一次必稍減體中成尾之質久之能令洩出之氣漸少而其狀漸似行星

好里彗過最卑後二月不見至十二月初八夜始復見



其狀大異于前尾已無以目望之大如四五等星而薄若星氣用大力遠鏡窺之爲小光面徑二分強外有氣包之鬚甚多其面內近心處有中體略明背日發一短光線如七圖中之<sub>二</sub>彗離日稍遠鬚速滅若面食之而其面驟變大初九及十六二日依彗距地以分微尺測而推之其光面變大之比若一與四十比從此漸大漸薄以至不見其不見由于無光可測非關遠也變大時其面背日之半略變長其全形作拋物線狀如七圖中之<sub>三</sub>向日之半恆有明暗之界而底變淡難辨意此時若光未滅亦能見其發尾但其面漸大漸暗故惟見其

後有若尾之根者目與小力遠鏡俱能察之而彗已極遠數夜遂不見拋物包漸大漸暗時其中體無大變但所發之光線漸變長而明其方向合拋物體之軸亦不似前向日發光時變化無定也竊意若前日之向日發光爲養尾之用則今日之背日發光必爲收尾之用久之此光亦漸變暗又末一夜所見之狀如始一夜所見之狀一若小圓星氣近中心有光點也

彗之見于史者中有若干次或疑即一彗一爲康熙十九年之彗推得其周時爲五百七十五年其前一次北宋崇寧五年正月時君士但丁及猶太亦見之故中西



月恐年誤

史中俱載焉。又前一次陳太建七年四月史載正午見彗。近日又前一次前漢初元五年彗晝見意即一彗也。又前有二次一載古希臘書一載和馬詩此時之歷不甚明。今推之一當在周頃王元年一當在殷時也。英士韋思敦謂此彗昔行近地時成挪亞之洪水云。一為明嘉靖三十五年之彗甚大近或推得于咸豐八年七月前後二年中必復見此彗或疑即南宋景定五年七月之彗欣特曾取當時測簿細推之根數悉合無可疑也。又宋開寶八年六月之彗其光日出後尚能見尾長四十度。又晉太元二十年所見漢永元十六年所見恐皆

即此彗其周時約一百九十二年弱。又順治十八年明嘉靖十一年建文五年南宋紹興十五年唐太順二年四月蜀漢延熙六年俱有大彗或云是一彗其周時一百二十九年果爾則乾隆五十四五十五年之間當再見而竟不見意其過最卑或在夏至後一月則以其道之方向推之法當恆隱也。嘉靖十一年順治十八年二次測簿墨商會細推之謂根數不同恐非一彗。阿爾白士覆推所得嘉靖年根數與墨商大異而順治年根數與墨商合。故此一彗尚未能定。彗之周時有甚小者一曰因格彗初推得其根而預定



其再見時者爲白靈之因格即以人之名名之也亦行  
橢圓道兩心差甚大其道與黃道交角約十三度二十  
二分其周時爲一千二百一十一日嘉慶二十四年用四  
次測薄參攷得之因格推得其橢圓道謂道光二年當  
復見至期果見龍格于新南維立斯巴拉馬大測之時  
歐羅巴州不見此後天下星臺皆預推而測之以因格  
彗逐次過最卑之時細攷之除諸行星之攝動外尚有  
差覺其周時漸小每周減一百分日之十一如此距日  
之中數及長徑亦必略變小因格言此必天空中有薄  
氣阻其行令速率變小故離心力亦變小而日之攝力

拉之令近也然則彗之體若非自消盡久之必與日相  
併也又測因格彗之體積漸近日漸小漸遠日漸大與  
好里彗同乏勒思謂徧天空有薄氣漸近日漸厚故擠  
彗之體令變小也果爾則將謂彗體之外如一皮令內  
氣與天空氣不通耶恐未必然竊意因距日遠近冷熱  
不同令彗之體或變爲雲或變爲不能見之薄氣故覺  
有大小耳善蘭案此恐乏氏之說不誤此彗無尾有小中體不在中  
心恆偏于向日之一邊其形狀未能測定一曰比乙拉  
彗乃道光六年比乙拉在奧地利所測得者意即乾隆  
三十七年及嘉慶十年之彗也所行道甚橢其周時爲



二千四百十日、其道與黃道交角十二度三十四分、道光十二年二十六年咸豐二年俱爲再見之期、其交點最近地道、道光十二年設地行速一月必遇彗于交點、恐亦一大危事也、比乙拉彗甚小、最明時尚不能以目見、而道光二十五年乃獨顯一大異事、忽分爲二彗並行、七十度遠鏡能合觀之、十一月二十一日初覺有異、望之如一梨、至十二月十六日、米利堅華盛頓初見、分爲二、十八日統歐羅巴州皆見、爲雙彗、初分時見小彗之中體距本中體之心二分、其距心線之方向與經圈交角約三百二十八度、小彗在本彗之北、從此漸分爲

二、至二十六年正月初四日、小彗距本彗心三分、十二日、距心四分、十八日、距心五分、二月初八日、距心九分、十九秒、而距心線之方向略不變、其分後二彗各有變狀、且各有中體及短尾、尾之方向平行、與距心線略近、正交十二月十六日、新彗較舊彗小而暗、其後大小明暗互相消長、正月十四日、新彗爲月所奪、而舊彗仍見、十五日、二彗大小明暗畧同、十九至二十一日、新彗明于舊彗、中體清皙、若恆星、二十三日、舊彗倍明于新彗、中體最明、若恆星、從此新彗漸暗、直至二月十八日後、二彗並見、至二月二十七日、而僅見一彗、至三月二十



七日而俱隱，二彗互爲明暗時，新彗于尾之外另發光一條，作弧形，與舊彗相聯，若橋然。舊彗復明時，亦另發光一條，故正月二十七、二十八、二十九夜，視舊彗若有三小尾，其一聯于新彗，三尾之角約一百二十度。時瑞士日內瓦星臺官拔蘭大木詳攷測薄，分推得二彗之根數，謂正月十五夜至二月二十五夜所見二體相距之大，小乃視距非真距也。準地距二彗線及此距線與二彗聯線之交角，推其真距約三十九倍地半徑，幾及月地距三分之一。彗之質甚微，相距如是遠，其相與之攝動必幾若無也。用拔蘭氏之根數分推，下次過最卑點當

相差十六日四故再見時當各推其天空之所而細測之，或果係二彗或實一彗所分，今已合不復分，俱不可定，必待後日細察方知也。

又有一彗，道光二十三年十月初一日，巴黎斯飛測得之，其道爲橢圓，呢谷來推其根數，力佛理亞復改正之，其周時爲二千七百十七日六八兩心差爲〇五五五九六，其道與黃道交角十一度二十二分三十一秒，依諸根及諸行星攝動力推得再見過最卑約在咸豐元年三月初二日，其後于道光三十年十一月二十三夜果見，至明年二月初三日而隱，與推得之數略合。咸豐



八年復過最卑

諸彗之道俱爲極長橢圓與黃道交角又大小不一則其出入諸行星道必有時與星最近甚者或相遇如比乙拉彗道與地道甚近恐數百萬年後與地球必有相遇之時又乾隆三十五年之彗閏五月初八日距地最近時約七倍月地距又三十二年此彗與木星最近時爲五十八分木星道半徑之一或謂此時爲木星所攝動而其道愈近地勒石力推此彗之兩心差爲〇七八五八其周時約五年半其道與黃道交角一度三十四分乾隆三十五年六月二十二日過最卑四十四年復

過最卑近日不能見四十四年七月十一日距木星最近爲四百九十一分木星道半徑之一即木星第四月道半徑五分之四此時受木星攝動更大其道大變測算諸根與勒石力前所推大異而木星及諸月不見有攝動故知彗體之質甚微也

道光二十四年七月初九日羅馬星臺官迪未谷測得一彗知其道爲橢圓與拋物線大不合自二十日過最卑直至十月二十八日每夜俱可測之各家推其根數大略相同其周時約一千九百九十日若無攝動再過最卑當在道光二十九年十二月此時彗恆近日不能



表數根諸彗谷未迪推所家各月七年四十二光道

日周	差心兩	徑長半	角道黃交	度經交正	度經卑最	時卑最過
	度分秒	度分秒	度分秒	度分秒	度分秒	日
一九九二〇	六一七一六	三〇九八五	二五四四	五八六三	四八四八九	三四二三一五五
一九八〇〇	六一五六六	三〇八五八	二五四二	七六一六	三五二二四一	三四二二二四〇
二四〇〇	六一八六一	三〇九一一	二五五	一九六三	四八五五二	三四二二九四四
一九九三〇	六一七二六	三〇九九四	二五四四	六三九四	三〇六	三四二三一五五
一九二三〇	六一八六六	三〇二六一	二五二	五八六三	五四四〇八	三四二三四三一
一九九六〇	六一七八八	三〇二九五	二五四五	〇三六三	四九	三四二三〇四九

見凡小彗測其體恆不清皙故最難推今以諸家所推根數列爲表令讀者知測算之精密也推者六家曰呢哥勒斯迷曰飛曰谷來曰欣特曰書白曰白倫諾此彗最明時目亦能見有小尾力佛理亞細推謂與康熙十七年所見同一彗而樂竭與毛費二人謂與萬歷十三年第谷所測者同一彗又乾隆八年二十一年嘉慶二十四年三次所見恐俱即此彗也凡半長徑以地道半徑爲一兩心差以半長徑爲一

表數根諸彗孫陸勃推所家各年六十二光道

日周	差心兩	徑長半	角道黃交	度經交正	度經卑最	時卑最過
	度分秒	度分秒	度分秒	度分秒	度分秒	月日
二〇四二	七九三六三	三一五〇二	三〇五五	六五〇二	三九三六五	一六二八三四一
二〇一六	七九七七一	三一三二七	三〇四九	三六一〇	四五二〇九	一六二八一七八
一七七六	七九三三三	三一八七〇	三〇三〇	三〇三〇	一〇三三二	五十一六二三五

道光二十六年二月初一日勃陸孫測得一彗言其道非拋物線今以諸家推得橢圓諸根數列爲表推者四家曰白倫諾曰欣特曰威令根曰特漢此彗甚暗形狀無大異其根數與嘉靖十一年之彗大略相近道光二十六年閏五月初三夜彼得測得一彗達喉詳推其根數得周時五千八百零四日三兩心差〇七五六七二半長徑六三二〇六六交黃道角三十一度二分十四秒是年五月初八日過最卑



道光二十三年有大彗見未過最卑時繞地球俱不見  
正月二十九日過最卑二月初一日始見于萬地曼蘭  
初三日北半球熱帶內初見其尾而赤道南日落後見  
其頭在西地平上用遠鏡察之其面若行星尾分爲二  
交角甚小有黑氣一道隔之長約二十五度尾根有光  
射出與尾同方向其北又發光一道引長其尾與尾交  
角五六度其長距頭六十五度其南亦有光一道但暗  
于北者中體甚明若一二等恆星至十一日若三等恆  
星光驟暗十九日目不能見而尾仍極明愈遠中體愈  
明若以目視不能見其與頭連初三日後尾成一長光

帶覺微彎十一日加爾各搭革肋里休測見尾之南又  
發一尾與本尾交角十八度而長幾倍本尾約一百度  
前後日俱不見于一日中發之能令如是遠可想見中  
體發力之大若所發爲實質則其力更強于攝力此彗  
過最卑後一日印度貿易公局有船曰阿文格論頭爾  
過好望角日將落時共見此彗狀若小佩乃是日米利  
堅波德蘭格拉格午後三小時六分用紀限儀測見其  
中體距日心僅三度五十分四十三秒中體與尾俱甚  
明皙如月在清天近頭處色略異格氏謂中體如此厚  
設過日面亦能見也又測尾長五十九分約倍日視徑



道光二十三年正月所推大彗星諸根數表

行逆順	日距最卑	角道黃交	度經交正	度經最卑	時最過	家步推
	度分秒	度分秒	度分秒	日		
行逆	〇〇〇五二二	三五一一三八	四一五五	二七九二三〇	二九二七四五七	格因
行逆	〇〇〇五八一	三五八五六	五一四	二七八一八	二九二五二九六	木大蘭拔
行逆	〇〇〇五七九	三五三五二九	一四八三	二七八二八二五	二九二一九九九	爾腦
行逆	〇〇〇五五八	三五三六二九	一三七五五	二七八三六三三	二九二五三八四	來谷呢
行逆	〇〇〇四二八	三五一五四二	三五五一七	二七九五九	二九二三六八〇	得彼

此日彗距地與日略同推其實長約五百萬里此為古今最異之彗故其根數歷算家多推之今擇其尤密者列為表

凡最卑距日以此彗之異者最卑距日地道半徑為一

甚近古今所見之彗未有若是近日者試以日地距之中數為半徑命為一則日半徑為十六分一秒五之正弦〇〇四六六取上表中諸距日之中數為〇〇〇五三四大于日半徑僅〇〇〇六七約為七分之一是彗在最卑時

距日面數如七分日半徑之一凡日所發光與熱距日愈遠則愈分而愈薄其比例如半天球與日視面之比地球所見日之視面其徑為三十二分三秒此彗在最卑時所見日之視面其徑為一百二十一度三十二分準幾何凡球截面之比若四分截弧之一之正弦平方比依法推得地與彗所見日二視面之比若一與四萬七千零四十二之比即地與彗所受日光熱之比試思若四萬七千零四十二個太陽合以照我其光與熱當若何耶巴格所造陽燧徑二十七寸聚光點距鏡六尺半用時光熱盡彙于聚光點必與見日視徑二十三度



二十六分處同。比地球所受光熱大一千九百十五倍。與彗所受光熱比若二與四十九比。而此鏡已能銷瑪瑙與水晶。然則此彗所受光熱真不可思議也。此彗在最卑時其速率一秒中行一千零五十八里。自正交至中交不過二小時。強在中交距日倍最卑時所受光熱少四分之三。按康熙十九年之彗最卑距日心為○○○六二。其距日面如三分日半徑之一弱。較此彗一倍強。奈端推其所受熱已多于赤鐵二千倍云。此彗之道雖未能細推。然測知其非拋物線而為橢圓。康熙七年里斯本薄羅那及巴西等地俱見大彗之尾。與此時所見之尾略同。自正月二十一日後數日間其方位亦畧同。光甚大。照海面生影。其後頭出地平亦如此。彗不甚清皙。當時雖未細測。但諸事俱相似。人多意其為彗。其周時約一百七十五年。後細考舊彗測薄而益信。又攷史而知晉泰始四年正月。劉宋元嘉十九年九月。唐貞元七年。宋開寶元年。南宋紹興十三年。元延祐四年。明弘治七年。諸次所見必皆即此彗也。蓋準所推當見于泰始四年。劉宋元嘉二十年。唐武德元年。貞元九年。開寶元年。紹興十三年。延祐五年。弘治六年。與史所見或同年。或先後一二年。因有諸行星攝動故不能一定。



也或疑康熙二十八年十月二十六日至十一月十一日所見之彗與此彗同爾時粗測其方位水立取測簿細推其根數最卑甚近日又最卑及交點之經度俱略同但交黃道角六十九度大不合庇爾思覆推之僅三十度四分則非甚不合然則一百七十五年中當見八次其周時為二十一年八七五自道光二十三年正月二十九日上推見于史者不獨如上所云又有雍正十一年康熙二十八年明嘉靖三十八年及十六年正德十年成化七年宣德元年永樂三年洪武十六年元至正二十一年後至元六年二月元貞二年宋咸淳十年

承壽誤

當皇文久  
四甲子年冬

紹定三年嘉定元年元符元年嘉祐元年七月景祐元年大中詳符五年淳化元年後唐同光三年唐大中十一年九月嗣聖元年梁永壽元年中大通二年劉宋永和二年蜀漢延熙八年或十年漢光和三三年冬延熹元年諸彗疑皆是也果爾則咸豐十四年冬過最卑前後俱當見于南半球後格勞孫合各次測簿統攷其根數謂其周時僅六年三八或云二十一年八七五以三分之當為七年二九二方與諸史合此說恐未必合理然用如此小周時其行法尙能合則二十一年之周時更可信矣



近代天算家所最究心者莫如彗推彗之法日精一日攷諸行星攝動之力日密一日徧查古史所記及測薄以新法盡推其根數一有彗見輒用新法攷之三四日後即能得其根數之大略復細測而推之遂愈密人人樂此不疲略覺有不合拋物線處則大喜輒徧查舊彗根數相合否以証其爲橢圓道若干年復見也又悉推諸行星之攝動以証其見之期或差而前或差而後噫國昔王下令徧地球能測得一彗者旌以金牌由是測彗者益衆亦益精而得彗亦益多每得一彗即郵告噫國噫國即以金牌郵寄之而以其測單徧送各國星臺令詳測之故彗一出即能盡得其根數也

因測彗又得旁通諸理憑周時差而知徧天空有薄氣能阻動其一也又彗近行星時測其攝動力可推行星質積多少如水星之質積古昔未知道光十八年有彗近之始大略能推定二十八年是彗復過水星較前更近而推得其質積益密

彗之尾若係實質則當其過最卑時疾行旋轉而尾不曲與攝力理不合與重學中動理亦不合康熙十九年道光二十三年二次之彗其尾幾與地道半徑等旋過最卑皆不壞而道光之彗其尾之方向旋過一百八十



度僅二小時畧強如是之速恐未必是實質也或云彗能于薄氣中作負影似有理此須俟後世格致家精思密察方能定也

有多彗測其道似與拋物線合或謂彗本非日所屬因入我日屬界而暫遵日法此說是否難定若果爾則諸橢圓道之彗昔時必因近行星爲所攝動而變拋物線爲橢圓也恐又有彗近行星或變拋物線爲雙線者然變爲橢圓必行無數周變爲雙線則永不再見故測得彗道雙線少而橢圓多也

諸行星諸月大率皆順行而彗則有逆行者嘉慶時所

見諸彗之道拉白拉瑟推其與黃道交角之中數略近九十度則皆可云順行因交角鈍似逆行耳近代彗之橢圓根數已推定者凡三十六其交黃道角大小不等逆行者只有五彗其二已有確証一即好里彗一乃道光二十三年之大彗也而交角十七度以內無一逆行者此外書瑪割與阿爾白士所推得道光三年以前諸彗之根數其交角小于十度者九彗逆行者二小于二十度者二十三彗逆行者七凡道近于黃道而周時有一定者大率皆順行與行星同欣特言周時一定之彗當分爲二類一周時約七十五年略與天王等好里彗



周時七十六年阿爾白士測得一彗七十四年迪未谷  
 所測得第四彗七十三年勃陸孫所測得第三彗七十  
 五年共四彗一周時畧如小行星與木星周時之中率  
 詳末卷附表中又言小行星中有一二畧如彗之狀

談天卷四終

門生花井盛吉校

談天卷五

英國侯失勒原本星海甯李善蘭刪述  
 英國偉烈亞力口譯大日本福田泉訓正

恆星

天空除日行星彗月之外尙有無數光體大小明  
 暗不等而相與成方位有一定永不變亂故名之  
 曰恆星然其中亦多有遲遲行者非精測久測不  
 能覺也

天文家察恆星之明暗分爲若干等光最大者爲一等  
 其次爲二等又次爲三等四等又次爲五六七等光雖



漸微然清朗之夜目能見之自八等至十六等則非遠鏡不能見矣然遞次造遠鏡力愈大所見星亦愈多故恐不止十六等十六等以下必尚有無數星今未能見也各人所測定之等不盡同然大略一等星或二十三或二十四二等約五六十三等約二百愈小愈多總計一等至七等見于各家表者自一萬二千至一萬五千未定

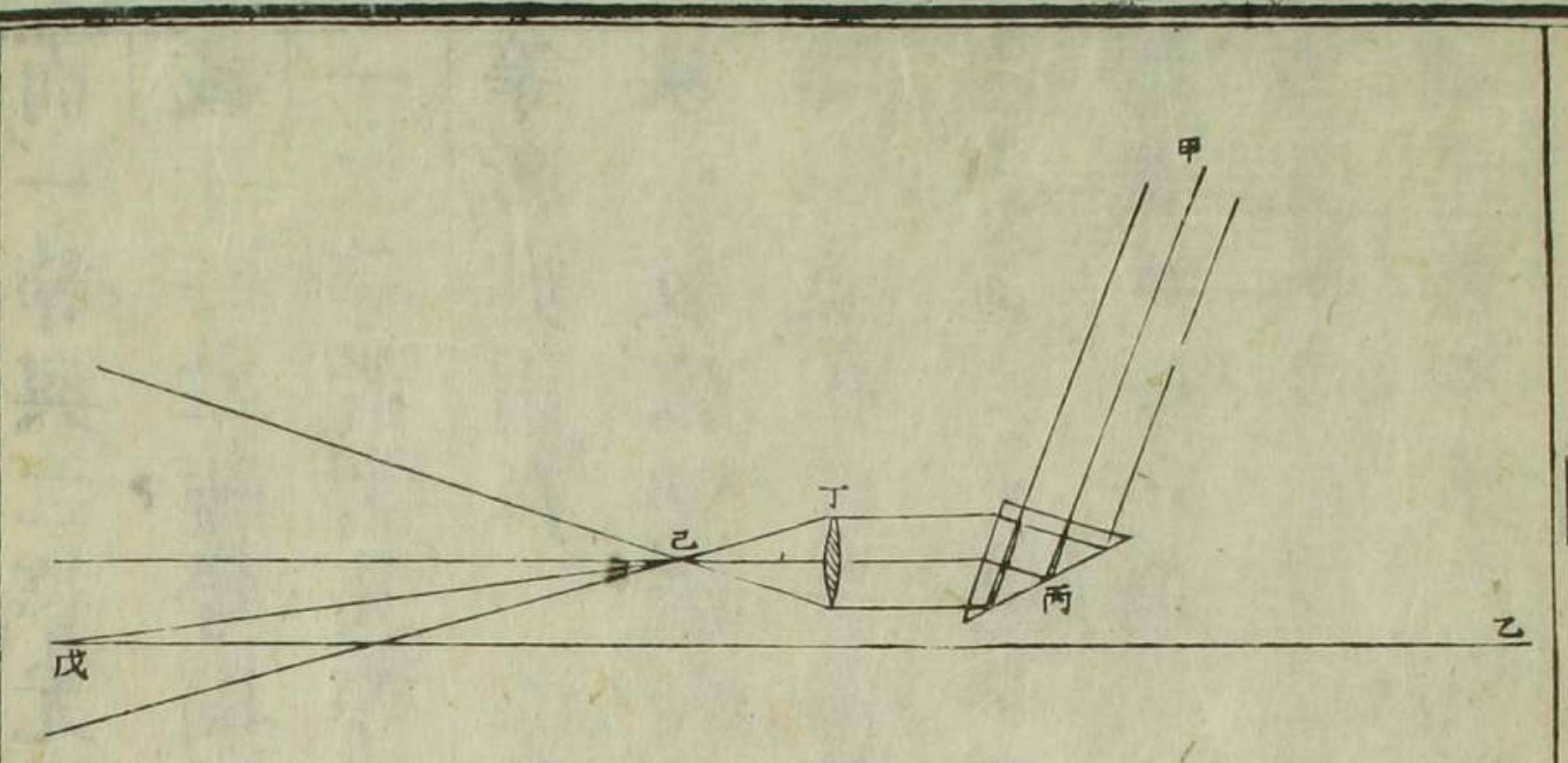
恆星之體不能見不過憑其入目之光分以定其等夫光分大小之故有三一星距我遠近二星之實光面大小三星之光力強弱準此則星之光分參差不等其最大最小必如數萬萬與一之比今光分之三故既不能略知則所分之等亦不足憑且天文家測光分大小亦非定用一法有用連比例者如下一等之光分恒半于上一等或恒爲三分之一或任用他比例有用逐數平方之反比例者如一等爲一二等爲四分之二三等爲九分之一四等爲十六分之一以下類推今案前法與光理合蓋逐等之光有一定比例也然依視學理測光之比例人目所不能則亦有病也後法與體積等齊之理合其意蓋謂星之實光本相等但距我有遠近一等最近我二等以下其距我或倍于一等或二倍三倍于



一等餘類推準此七等與六等比若三十六與四十九比十等與九等比若八十一與一百比而一等與二等比若四與一比此法無病蓋目之辨別小光較易于大光察六七等之差爲四十九分之三十六與察一二等之差爲四分之一初無異故後法勝于前法也近代所用之等數理與第二法略同設一等星如南門第二星距我爲〇四一四乃移此星漸遠令其距我爲一四一四又爲二四一四又爲三四一四則其光分遞變小必與二三四諸等之星同也餘仿此

凡相連二等諸星其光分不齊中間尙可分爲若干等而一等與二等尤不齊或分爲一二等二三等餘類推或于一二兩等間增兩等曰一等一二等二一等二等一二等者謂其等在一二等之間而近于一等也二一等者亦謂在一二等之間而近于二等也然不如用整數小數以整數表其等以小數表其分爲較密如井宿第三星在一二三兩等之間其光分與一等星中參宿第四星比若一之平方與二五之一平方比則爲二五之一等又與南門第二星比若一之平方與二九二四之平方比則爲二九二四等末卷附恆星表俱依此法列之測星光分大小其難有多端星之色不同一也無一定



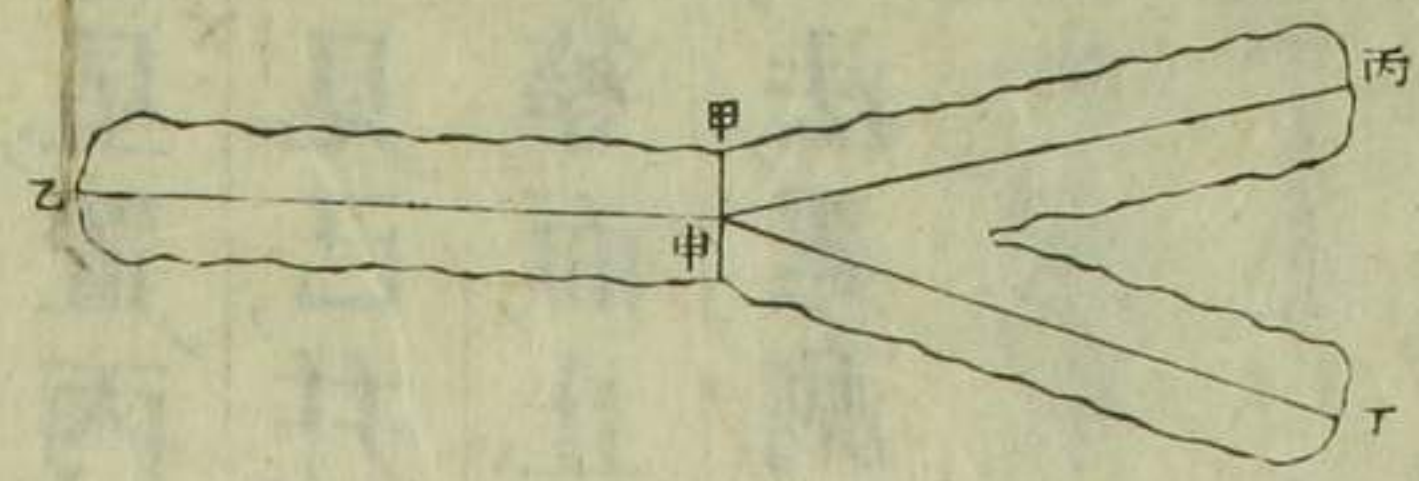


大小之光為本二也人目僅能辨  
光之等不等而不能定大小之比  
例三也法之最善者取木星之光  
為本率蓋木星之光明于諸大恒  
星無弦望之變不過準距日遠近  
而小變亦易推也法依視學令其  
光變小與所測之恒星光相等乃  
推其比例而知所測星之光分也  
如圖乙為所測星甲為木星丙為  
三稜玻璃丁為凸鏡己為聚光點

甲光入丙而回透過丁而聚于己己必有小光點熒熒  
若星置丙法必令甲之回光與乙之視線平行戊為人  
目見己并見乙乃進退戊令己變大小至己乙二光分  
相等而止夫己光之大小與戊己距平方有反比例乃  
如法累測二星定戊己之二距即得二星光分之比  
也先選取數星用此法測其光分以定其等其餘諸星  
暗于一等明于下一等者即用測定之星相較以推  
其小分則可成星等之全表自最明天狼星起至最小  
僅能見之星俱能推定其光分也天學中此一門今初  
濫觴若能精益求精用以測諸變星後詳有大用也



觀最明諸星之方位，覺其散布天空，疎密略同，而參宿第二星、十字架第四星所居之大圈左右一帶最多，又南半球多于北半球，若并目所能見諸小星統論之，則覺近天河最多，而用遠鏡測之，則近天河一帶多至不可數計，目所見天河之白光實無數小星之光也。由是觀之，恆星非散滿太虛中，乃聚居一處，其聚處之界如圖，乙申丙或乙申丁為其長，甲申為其厚，申申面之垂線為其廣，厚較長與廣甚小，日為恆星之一，與諸行星及



地居于申，約在厚之中點，近申處分為申丙申丁二股，二股之交角不甚大，人在地望天空四周，申申方向為界之厚，厚之徑最小，故見星最少，申乙申丙申丁三方，向為界之長，長之徑最大，故見星最多。侯失勒維廉以最大遠鏡測天河，悟得恆星之理如此，以遠鏡窺天河最明處，濶二度一帶，一小時中所過之星約五萬，又當赤經一百五十七度三十分，距極一百四十七至一百五十度之處，方一度中，數之得五千餘星，小星如是多，而大星甚少，蓋距申最遠也。用目視天河最明之一道，大率為天球之大圈，與赤道



交角約六十三度，其二交點之赤經一為十一度四十五分，一為一百九十一度四十五分，故天河圈之北極其赤經一百九十一度四十五分，距極六十三度，其南極之赤經十一度四十五分，距極一百十七度，此大圈當分股處在二股之間，略近尤明之股，依赤經度細測之初過閣道為其最明處，約在閣道第三星北二度，即距極二十八度，再過策星與閣道第二星之間，發一分支向西南，近天船第三星最明，近卷舌第一星漸淡，過此幾不可見，約略近畢昴二宿為分支盡界，其中幹最淡，過柱第一第二第三星，出五車第二星之西，又過諸

王司怪而交黃道，畧近二至經圈，過水府四瀆而交赤道，其經一百零二度三十分，光淡而難辨，過此漸明，自四瀆過天狼之比至弧矢，漸潤而益明，色白直至近日短圈，又分一支細而曲，至天社第一星而盡，其中幹向南行至距極一百二十三度，散為數支，狀若摺扇，潤約二十度，錯雜相交，至天記及天社第一星之聯線而數支忽俱隱，歷若干度而再見，仍為數支，至南船第三星而合，狀亦如摺扇，約至海山成小洞，狀半圓，次作小頸，狀最明，潤約三四度，而至十字架為最狹處，過此忽變潤而明，中間函十字架第三第四星及馬腹第三星將



及南門第二星白光之中忽函黑洞作梨狀甚清晰人  
人能見海船中指名曰煤袋此洞長八度濶五度用日  
察之中惟一微星測以遠鏡則有多星所以黑暗者因  
四周皆白光故也此最近南極處其光較北半球甚明  
因思我地與日所處四面皆有太空故天河必作扁環  
狀其濶與厚不等我地在其內非恰居中心略近南也  
當南門第一星又分一支其初甚濶約如本幹之半驟  
剖而狹其剖邊與本方向交角約二十度西至積卒第  
一星漸淡不可見其本幹變濶過尾宿成曲則形又分  
爲二支其東支濶狹明暗參差不等其西支發諸小支

相交過神宮漸濶漸淡近天籥而隱距北極一百零三  
度與北邊大支相隔其空處十四度無光本幹成曲則  
形處彎向東過杵又過尾宿第五第六星至箕宿第一  
星忽聚爲橢圓狀約長六度濶四度光極明測其星至  
少當有十萬過此而北與黃道交其經度二百七十六  
過斗宿至于天弁其狀有極凹處三與驟凸處相間其  
凸最甚而明者一近河鼓乃中國所見天河最明之處  
當赤經二百八十五度過赤道此處屈曲無定過右旗  
河鼓左旗至天津第九星作亂續之狀不甚相連在天  
津第九第三第一星之間有廣黑洞略如南方之煤袋



是爲三大支之源三大支者一即本支其餘二支一自  
黑洞處起從天津第二星向北過騰蛇造父而復至閣  
道一自天津第一星起光甚明向南行過輦道第四星  
入天市垣約至赤道當星點希疎處而隱此支若過赤  
道可與天籥所隱之支相連而本幹又分一支從造父  
直向北極大約函天鈞第四第九星及造父第一星中  
間一段焉

上條論天河如此詳細者因他書未嘗論及且天河實  
爲攷恆星理之要事故也我地亦在天河中故欲測此  
無法之形較測雲之狀更難蓋雲之高不能過一定之  
限且雲之動其方向俱可見而我恆在其下故作雲之  
圖尙非甚難而天河并無此諸端可憑大率不過知其  
爲扁形其厚較長濶俱甚小而已此外諸事不能憑視  
學理而測所可意度者如忽遇空處其中無星若煤袋  
類則知非如管之長空洞透見界之外乃遠方扁處有  
空洞耳又如觀諸分支則知或爲薄層我從側視或爲  
圓凸面我從切線視而非柱形也又或數支交錯如網  
若尾宿內須知諸支或遠或近相去懸絕非在一面內  
相交相遇也當大風時或有雲數層上下移動觀之可  
明此理若欲實知天河之形狀大小不能虛揣而得也







限之外雖有星不能見與無星同

天河之南半星之方位略與北半同嘗用遠鏡與候失  
勒維廉之鏡同力者測繞天河南極諸帶內每界星數  
界各十五分每帶相距十五度列表如左

表例	比數星
星每極距諸	極距諸
數界度北帶	度南帶
六〇五	一五至〇
六六二	三〇至一五
九〇八	四五至三〇
一三四九	六〇至四五
二六二九	七五至六〇
五九〇六	九〇至七五

前斯得路佛之表不能與此表相比絜  
蓋前表乃距天河北極限度若干處之

數此表乃每帶中之約數也而斯得路佛別有一表列  
距天河北極每度之約數準之可推每帶之約數如下

表例	比數星
星每極距諸	極距諸
數界度北帶	度南帶
四三二	一五至〇
五四一	三〇至一五
八二一	四五至三〇
一三六一	六〇至四五
二四〇九	七五至六〇
五三三三	九〇至七五

觀此表則南北二半球疏密之比例略  
同而南半略密于北半故意我日及地

所居非恰當厚之中而偏于北半也

用最有力遠鏡察天河一帶知其質分大不同諸星有  
疏密停勻處有亂列無法處或為諸小星座俱相近或  
為空處星甚稀或為黑暗處欲覓得星甚難有十五分  
界內得四五十星有十五分界內得四五百星各處星  
之等數不同亦然各界大等與小等星之比例不等亦  
然有黑暗處不見有微星故知今遠鏡之力已望至星  
界之外不然遠鏡力加大微星何以不加多也又若其  
外尚有無數小星不當如此黑暗也又有處諸星之光  
分略相等散布天空若在平面且疎密有理無甚大甚



小之星或有亦甚少則知此諸星在一層中其層之厚  
小于距我數或云其中或有最遠之星乃最大者故雖  
遠而光不甚小也此說恐非是蓋他處又有一層星俱  
大等後觀一層星俱小等無中間諸等星相雜知二層  
相去甚遠其懸隔處無星也

天河南北兩半球用最精遠鏡周徧察之見天面黑處  
甚多可知遠鏡之力能望及恆星之外而諸恆星非散  
滿太虛無盡界焉否則諸小星聚而發光無論若何遠  
必能見之不至天面黑暗也或曰不然準阿爾白士之  
說星漸遠光漸變小其光衰較因距數變小之衰甚大

蓋光衰爲按分之比例而距數爲遞加之比例依此理  
推之遠鏡力必有定限故最遠處雖有星不能見而天  
面黑暗也曰此理雖若甚奧然半依性理非全格致家  
言今姑不論但此理果精確則凡最遠處之光皆當不  
見何以遠方之星氣却能見也又在尾宿處一大段見  
空洞之外有星極繁散布無法遠之又遠至遠鏡不能  
分而成白氣此必爲天河最遠處若遠鏡力有定限不  
能過何以又能見也故所見黑面實星界外無星之証  
所見最小星尙在星界內乃體實小非因遠極而小也  
設有人問最近之恆星距我若干遠又所見恆星之天



球幾何大又恆星天與諸行星天之比若何能答否曰  
天文若今日之精不難答也以地道徑爲三角形之底  
測恆星一歲視差視差若得則距數亦可知然用各種  
精密之法測之甚久最近恆星之視差終未能定也蓋  
視差與測望諸差雜糅不可分其和不至一秒故不能  
辨別諸差而得真數雖諸差亦不甚大而有乍大乍  
小無定之差故分別最難也近時測器歲精一歲改正  
測差之法歲密一歲至嘉慶間于北半球測諸星始知  
其視差無有過一秒者凡半徑與一秒正弦之比若二  
十萬六千二百六十五與一之比又日地距與地半徑  
之比若二萬三千九百八十四與一之比則有一秒視  
差之星其距日爲四十九億四千七百零五萬九千七  
百六十倍地半徑地半徑約一萬一千五百里故星距  
日約五十六兆八千九百一十一億八千七百二十四萬  
里即最近恆星之遠也光行最速歷時一秒行五十五  
萬五千里過地道半徑當歷八分十三秒三以二十萬  
六千二百六十五乘之得一千一百七十七日十六小  
時二分四秒五即三年八十三日爲最近恆星光行至  
日之時分然則遠鏡所見無數最遠小星其遠當何如  
耶又天河最遠之星望若白氣者其遠又當何如耶



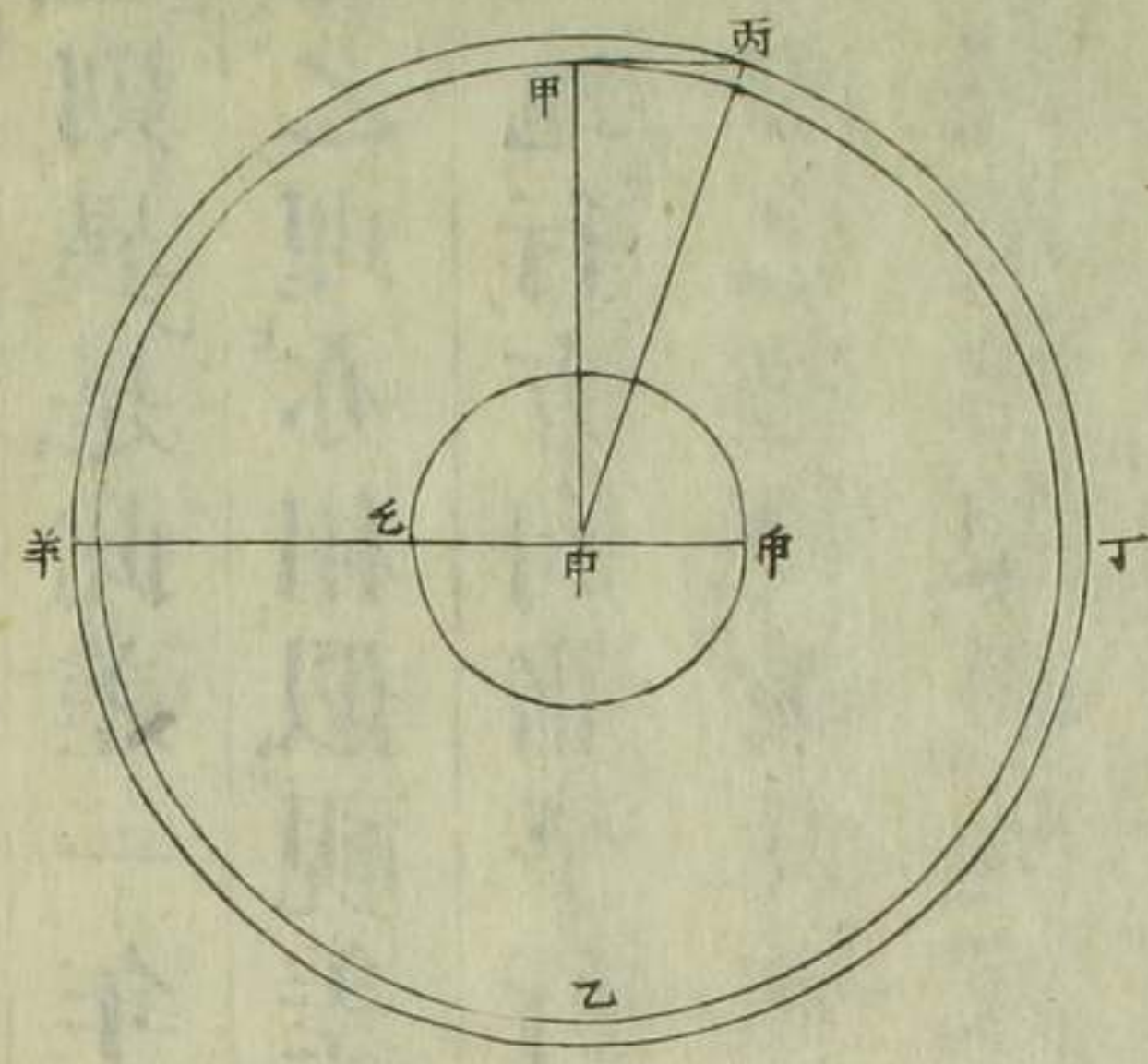
以遠鏡之徑與目瞳徑比，又以其回光透光之力與目力比，即得遠鏡望遠之力。如前條所論遠鏡，其力爲七十五。設移六等星更遠，日至七十五倍原距日數，此鏡能見之。又六等星光爲一等星光百分之一。設移一等星遠，日至七百五十倍原距日數，此鏡望之如目視六等星。故天河遠處必有無數大星與近處之一等星相等。此諸星之光到我地，大率必二千年。故測望此等星非觀今日之天文，乃觀二千年前之天文也。

與視差相雜者，有歲差。有恆星自行差。詳後有地球十年一周之尖錐動差。此諸變俱詳細知之，故推而去

之，不難。即根數尙有小差，亦甚微，不覺也。而又有光行差，則異是。此差一年一終，與視差之時合。一年中逐時變之理亦相似。視差之頂點爲日心點，光行差之頂點爲地行方向諸平行線之合點。故推二差同用一術。惟置日之經度彼此差九十度餘，法盡同。蓋視差之理一若從星出線聯地球，地球繞日一周，則此線必行成極銳之斜圓錐。其軸即星日之聯線，其底周即地道。此線過星引長之，必行成相似倒錐。準視差理，每年見星行于小橢圓一周。此小橢圓乃天球所割倒錐之面也。視線與其周恆正交。又若其星實行一道，其道與地道等。



亦平行人居太陽心望之光行差之理亦然而隨圓周  
 之大小不同又視線交周點之方位亦不同恆差九十  
 度今以視差之最大一秒光行差之最大二十秒五俱



設為正圓作圖明之如甲乙為  
 因光行差所見星行之小圓道  
 申乙為因視差所見星行之小  
 圓道同繞一申點申申羊線與  
 二分線平行若僅有視差必見  
 星在內道申點若僅有光行差  
 必見星在外道甲點甲申申必

為直角乃作甲丙與申申等且平行作申丙聯線則丙  
 必為因視差光行差二故見星所在之點且見星行于  
 丙丁羊園道申丙為二十秒五二四即道之半徑星恒  
 在甲點之前其度如甲申丙角為二度四十七分三十  
 五秒申甲與甲丙比若二〇五與一〇一故欲推視差申  
 申必先測得甲申丙角即二差所生角羊申丙與光行  
 差所獨生角羊申甲之較也此角度在徑數十秒之園  
 周故甚微而測之甚難焉此外又有測器差器之質暑  
 則漲大寒則縮小器所憑依之石墩及地亦因寒暑而  
 變生極微之側動垂線準及諸平準俱不能覺凡此諸



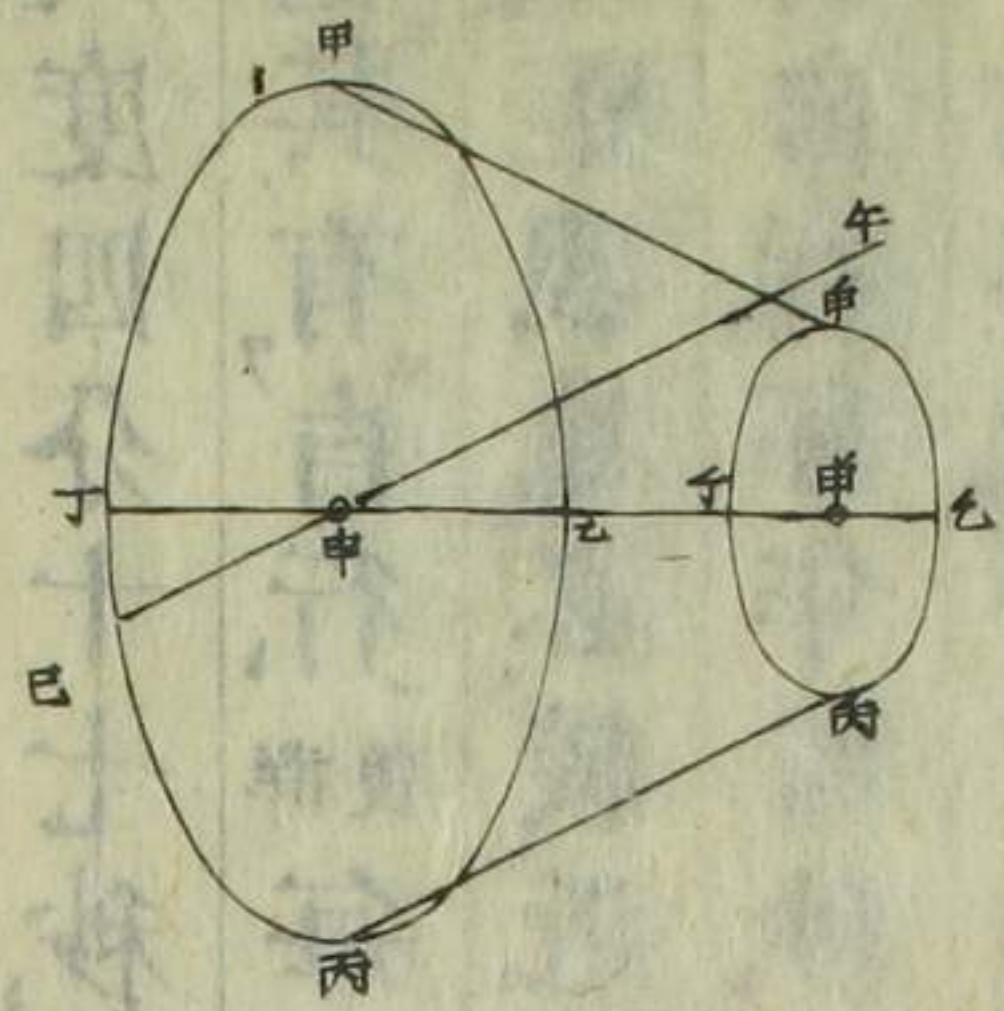
差皆與測望之差相雜，緣然久測，用其中數，自能消去。而又有蒙氣差，每夜不同，蓋逐層之地氣，四時冷熱異，蒙氣差亦隨之而變。測恆星視差如此，其難焉。

南門第二星爲南半球諸星中之最明者，好望角星臺官恒特孫于道光十二、十三兩年中，用塙環累測此星，推得視差一秒，測相近諸星無此差，故知此差非因寒暑而生焉。後馬格釐于道光十九、二十年，用塙環之最精者，復測而推之，所得略小，爲〇秒九一二八，約近十分一秒之十，然較一秒所差甚微，不可謂一定，故大畧仍可言一秒也。此星視差數未流傳之前，哥甯堡星臺

官白西勒言，赤經三百十五度十分十五秒，赤緯三十八度四分十七秒，星名鶴翼者，視差可推係六等星，然覺其有自行。詳後每年五秒強，較他星一年之小差甚大，則距我地必較近，故曰視差易測也。前南門第二星亦有自行，每年四秒，恒特孫亦因此而測其視差云。道光十七年秋，哥甯堡星臺最精之量日鏡成，乃日耳曼慕尼克人弗鑿斛拂所造也。白西勒即以此鏡測鶴翼星，用新測法，其命意極精，故測較易，而得數更密。凡二星之視線略相近，而距日遠近大不同，名視雙星，非實雙星也。詳下卷此二星所有光行差、歲差、尖錐動差、蒙氣差



及測器諸差俱略同，可不細推惟地道半徑，視差不同，因視差與距日數有反比例故也。故一歲中因視差所成之小橢圓亦大小不同。若逐時測二星之相距及聯線方位，即可得其視差不必用赤經及距極數，但以



雙星之遠者為主，而測近者之遠近方位即得上，諸差俱不相涉也。二星與日之方位既略同，則二小橢圓必相似，且等勢。如申申為從日所見二星之方位，甲乙丙丁申乙丙子為因視差所成之二橢圓。

二星在其周，其方位恆同。如近星在甲，遠星必在申。地行一象限，二星必在乙乙。又行一象限，二星在丙丙。又行一象限，二星在丁子。二星距日不等，故二橢圓大小不等。甲申丙丙，二線不能平行。乙乙丁子，二線不能相等。故二星距分之大小及方向逐時不同。用分微尺細測之，可得其一定之變。此須用最精雙象分微尺量日鏡。詳測則測時雖或，因光差或因器動，二星之視體刻移。然二星同移，與相與之方位無關也。又量日鏡之界，大于尋常，分微尺故可取一大星與相近數小星比較。白西勒測鶴翼星，用相近二星，一為申，距本星七分



四十二秒一爲申距本星十一分四十六秒本星與二  
星之聯線畧成直角故申申申申二距變大變小不同  
時當此距不變時彼距之變最速每隔三月彼此適相  
反測其距之變推得本星與餘一星二視差之較約三  
分秒之一累測所得恆同可不疑因推得此星之視差  
爲○秒三四八其距我地約三倍一秒視差之星近時  
波羅略星臺官彼得復測之得數與前合則益可信矣  
織女第一星相近有微星其距四十三秒斯得路佛自  
道光十五年後用雙象分微尺屢測之攷覈甚嚴知大  
星之視差僅四分秒之一雖小于鶴翼星然測器甚精

妙測法又巧故十五十六兩年中纔測五夜即得之後  
累測盡十八年俱合彼得復測之得數亦同初乾隆四  
十六年侯失勒維廉定此測法謂于天學必大有裨益  
然此時分微尺未精又有他故久測未合近時善用此  
法始于斯得路佛云

設申申二星相距甚近則其方位之差角必甚大即甲  
申丙丙二線之交角也如二星相距十五秒視差之較  
八分秒之一方位之差角必半度又如二星相距五秒  
視差之較一秒方位之差角至十一度二星相距愈近  
則方位差角愈大此法測望家雖未用意于天文必大



有裨益也

已尾 視差角 測定之人

南門第二 ○秒九一三 恒特孫

鶴翼 ○秒三四八 白西勒

織女第一 ○秒二六一 斯得路佛

天狼 ○秒二三〇 恒特孫

馬夫 ○秒二二六 彼得

三台第一 ○秒一三三 彼得

大角 ○秒一二七 彼得

天皇大帝 ○秒〇六七 彼得

表五車第二 ○秒〇四六 彼得

上所列末四星視差最小不

敢深信然因此知視差大小

與等數無涉焉此外又有天

津第四星彼得亦曾測之絕

無視差焉

既得地道半徑視差星之遠

近已知次當測其實體之大小然遠鏡所見星之體乃  
光線相交所成之假體非真體也故用大小不等數遠  
鏡測星之體不同鏡愈大星體愈小最明之星其體為

最小之點故月掩恆星霎時而隱無初虧食既次第也

若遠鏡所見為真體不當如是設太陽移遠至地道徑

視差一秒之處則今所見三十二分三秒之視徑必變

小為〇秒〇〇九三不滿百分秒之一則遠鏡雖極

精必不能察其真體矣故星體大小無從測僅能測其

光分而以其遠近推得其實光測光用三稜玻璃法本卷

測星光分條 太陽光太大不能與星比較故用月之光為本

率曾以南門第二星與月光比較十一次取其中數推

得望時月與本星之二光分比若二萬七千四百零八

與一比而武喇斯頓用精法測得日月二光分比若八



十萬一千零七十二與一比合二比例得日與本星二  
 光分比若二百十九億五千五百七十八萬強與一比  
 乃以本星之視差推得其實光與太陽實光比若二二三  
 二四七與一比又測得天狼之光四倍南門第二星其  
 視差不過〇秒二三〇推其實光與太陽實光比若六  
 十三〇二與一比

談天卷五終

門生 鈴木直德校



書之部

三冊